

원격의료영상진단장치의 개발에 관한 연구

김진태*, 이승우**, 박광석*, 민병구*, 강홍식***, 한만청***

* 서울대학교 의과대학 의공학교실 ** (주) 메디슨 *** 서울대학교 의과대학 방사선학교실

The Development and Application of Teleradiology System

J. T. Kim*, S.W. Lee**, K. S. Park*, B. G. Min*, H. S. Kang***, M. C. Han***

* Dept. of BME SNUH ** MEDISON Co. *** Dept. of Radiology SNUH

1. 서론

원격의료영상 진단장치란 방사선 사진 정보를 디지털화하여 컴퓨터에 입력한 후 지리적으로 멀리 떨어진 곳으로 공중전파선을 이용하여 전송하는 시스템을 말한다. 특히 방사선과 전문의가 없는 외곽 농어촌지역에서 판독미숙 혹은 지체로 인해 신속한 진료를 받지 못하던 것을 대학병원 방사선과의 연결을 통해 의료서비스를 향상시키자는 목적을 갖는다. 이러한 원격의료영상진단장치는 방사선과 전문의가 없는 의료기관에도 방사선과 전문의의 집을 연결하여 야간, 주말에도 판독을 받을 수 있으며 응급환자의 후송시 영상을 먼저 보냄으로 적절한 준비를 할 수 있도록 하는 등의 다양한 부분에 적절히 사용할 수 있는 잇점이 있는 시스템이다.

본 논문은 현재 연천보건의료원과 서울대학병원, 울진보건의료원과 경북대학병원, 화천보건의료원과 한림대학부속병원 간에 설치, 운용중인 원격의료영상진단장치의 개발에 대해 분석하고 시범운용 결과 및 문제점에 대해 다루고자 한다.

2. 시스템의 구성

2.1 전체 시스템 구성도

보건의료원과 대학병원에 설치되어있는 원격의료영상진단장치의 구성도는 각각 그림1, 2와 같다.

* 보건의료원

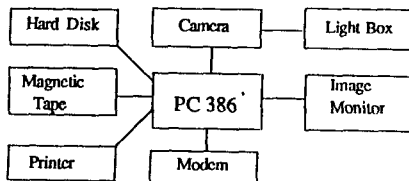


그림1. 보건의료원 시스템 구성도

* 대학병원

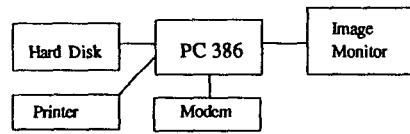


그림2. 대학병원 시스템의 구성도

2.2 소프트웨어 구성도

본 시스템의 소프트웨어의 구성도는 그림3과 같다. DESQ-View 386은 멀티태스킹을 위한 소프트웨어이다.

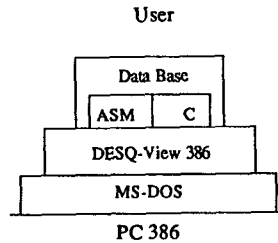


그림3. 소프트웨어의 구성도

3. 시스템 부분별 분석

3.1 입력부

영상입력은 X-ray 필름을 Light-box에 걸고 고해상도 카메라로 입력하여 1024 x 1024 x 8bit로 디지털화 한 후 저장하고 데이터베이스에 등록하도록 하였고 영상외에 환자에 관한 정보 즉 환자관리번호, 이름, 생년월일, 성별, 검사일, 검사부위 등은 데이터베이스에, 환자의 병력은 영상 맨 밑줄에 입력하도록 하였다. 영상에 대한 판독결과는 키보드로 입력하여 데이터베이스로 저장하고 영상데이터베이스와 연결하여 관리하도록 하였다.

3.2 출력부

영상은 20인치 흑백영상모니터에 출력하고 모니터의 해상능력은 1280 x 1024 이며 256단계의 분해능을 갖는다. 판독결과는 영상모니터와는 별도로 구비된 14인치 VGA 모니터에 출력하고 원하는 경우 이를 프린터에 일정한 형태로 출력하여 보고 및 관리하도록 하였다.

3.3 처리부

시스템의 프로세서는 80386 CPU 20MHz를 사용하였고 4MByte 4M메모리를 멀티태스킹과 영상처리에 이용하였으며 영상처리에는 80387 co-processor와 82786 그래픽 co-processor를 이용하여 Contrast, Edge enhancement, Brightness 조절, Filtering, Zooming 등을 할 수 있도록 하였고 각 메뉴는 마우스로 선택 및 조절할 수 있도록 하였다.

3.4 송·수신부

영상 및 기타 정보를 보내기 위해서 9600bps의 속도를 갖고 MNP사용시 19200 bps까지의 성능을 보이는 모뎀을 이용하였으며 공중전화선으로 실험결과 약 9300 bps의 속도를 갖고 전송함을 알 수 있었고 500KByte 정도의 데이터 전송시간이 약 7분정도 소요됨을 알 수 있었다. 보내는 영상의 크기가 1장당 1MByte로 매우 크므로 이를 Software적으로 압축하여 전송하는데 압축은 DPCM으로 하고 압축률은 영상에 따라 최대 1/3까지 되는 것을 알 수 있었고 보낼 영상과 영상에 관련된 데이터베이스 화일을 한 화일로 다시 압축하여 전송하도록 하였고 송·수신에 관련된 모든 작업은 배치작업하도록 하였다.

3.5 저장부

저장부의 경우 보건의료원 측은 필름이 보진소에 있는 관계로 80MByte 정도 용량의 Hard Disk로 구성하였고 별도로 백업용 Magnetic tape driver를 설치하여 판독받은 환자의 영상중 저장할 원하는 경우 60MByte 용량의 Magnetic Tape에 저장할 수 있도록 하였다. 종합병원의 경우는 보건의료원의 시스템보다 많은 140MByte 용량의 Hard Disk를 갖고 별도의 보조기억장치는 설치하지 않았다. 따라서 판독 후 판독결과가 전송된 영상은 Disk 여분에 따라 자동으로 삭제되는 기능을 갖도록 프로그래밍하였다.

4. 시범운영결과 및 문제점

4.1 시범운영결과

본 시스템은 서울대학병원과 연천보건의료원, 춘천한림대학부속병원과 화천보건의료원 그리고 경북대학병원과 울진보건의료원을 1대1로 연결하여 90년 10월 22일 개통되어 운용중이다. 지금까지의 시범운영 결과를 종합해보면 연천, 화천의 경우는 주로 흉부 X-ray 사진, 울진의 경우는 지역적 특성때문에 위장촬영검사의 판독의 요구가 많은 것으로 나타났다. 다

음 결과는 주로 연천과 서울대학병원 경우의 시범운영 결과를 보여주고 있는데 그림4는 91년 1, 2, 3월 동안의 서울대학병원으로 전송된 영상 수를 보여 주며 그림5는 연천으로 전송한 판독결과 수를 나타내고 그림6은 검사부의별 빈도를 나타내고 있다. 연천-서울대학병원의 경우 대개 영상은 오후4시쯤에 전송하고 판독은 그 다음날 아침에 이루어지고 판독결과는 점심때 전송되는 형태로 운용중이며 응급을 요하는 환자의 진료는 전화로 알려 보다 빠른 판독을 하도록 하고 있다.

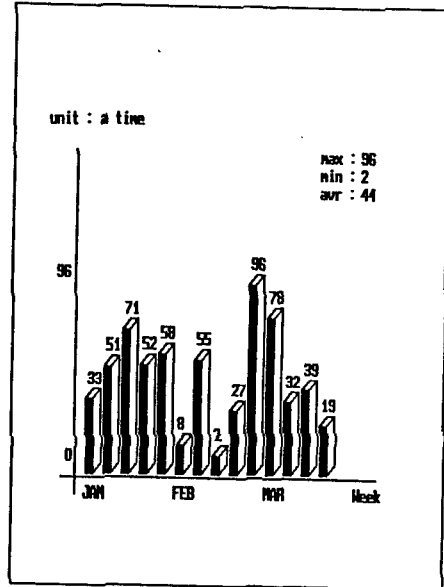


그림4. 주별 전송된 영상수

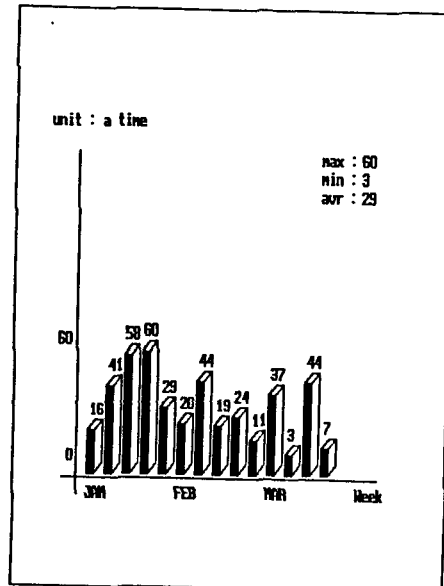


그림5. 주별 전송된 판독결과 수

검사부위.	영상수	점유율(%)
Chest P-A	309	61.0
P.N.S	39	7.6
L-S-Spine	34	6.7
Knee	19	3.7
K.U.B.	17	3.3
C-Spine	14	2.7
Chest LAT	13	2.5
U.G.I.S.	11	2.2
Colon Study	11	2.2

그림6. 검사부위별 영상수 및 점유율

4.2 문제점

약 6개월동안의 시범운영중에 드러난 문제점은 아래와 같다.

첫째, 영상의 질의 한계성이다. 즉 카메라로 입력된 영상의 해상도나 분해능이 원래 필름보다 떨어짐으로 인해 약 10%정도의 영상은 판독이 애매하다는 의견을 듣고 있다. 이는 해상도를 높이거나 카메라 대신 스캐너와 같은 다른 입력장치로 대체하는 방안이 있으나 가격이 높은 단점이 있다. 따라서 의심되는 특정부위를 Zoom해서 한 영상에 대해 여러번 입력하는 방안과 Software적으로 보정하는 처리기법을 이용하여 보완하고 있다.

둘째, 전송시간이 길다는 점이다. 즉 하루에 20장정도의 영상을 전송하는데 전송화일크기는 약 8MByte이고 전송시간은 약 2시간에 달한다. 따라서 시외전화회로의 부담, 전송시간의 지연등이 현 시스템의 문제점이기도 하다. 그러나 공중전화선을 이용하는 경우 9600 bps의 속도는 한계이므로 다른 전송매체로 대체되지 않는다면 전송속도를 높이는 어려우며 그외에는 압축비를 높여 전송량을 줄이는 방법이 있으나 높은 압축비는 곧 상대적으로 잡음이 커져서 진단에 오류를 발생시킬 수 있으므로 Error-free 코딩으로 압축비를 높이는 것은 한계가 있다. 다만 멀티태스킹으로 사용자와 송수신기능을 분리하여 다른 작업에 지장이 없도록 이를 보완하고 있을 따름이다.

셋째, 자동전원 ON장치의 요구이다. 즉 이는 응급상황발생시 24시간중 아무때나 영상을 전송하고 판독을 받기를 원한데가 있으나 시스템을 24시간 가동시키기엔 무리가 있으므로 전송시그널이 울리면 자동적으로 전원을 연결하여 24시간 중 아무때나 송수신을 가능하도록 하자는 것이다. 이 문제는 전송속도가 개선되어 진다면 상대적으로 줄어들 문제이기도 하지만 현재 상황으로는 필요하다 생각되어 설계하고 있다.

4.3 시스템의 요구조건

다음은 6개월간 경험적으로 얻은 원격의료영상진단장치에서의 갖추어야할 조건들을 나열해 보았다.

- 1) 가장 중요한 점은 물론 문제점에서 지적했듯이 영상의 질과 빠른 전송이다. 이 두가지가 원격의료영상진단장치의 성능의 가장 큰 부분을 차지한다.
- 2) 프린터를 선호한다는 점이다. 즉 영상도착한 message와 전송된 영상리스트와 의뢰처가 즉시 프린트되길 원하고 보건의료원측은 전송된 판독리스트와 판독결과가 화면보다는 각 보건의료원마다의 일정한 양식으로 바로 출력되길 원한다.
- 3) 데이터베이스도 종합병원의 경우는 도착한 날째순으로, 보건의료원은 이름 순으로 배열되어 있기를 원한다.
- 4) 영상백업은 거의 사용하지 않으며 옮긴의 경우만 특수한 경우의 환자영상을 가끔씩 저장하길 원하는 것으로 나타났다. 보조기억장치는 필요하나 Magnetic Tape는 속도가 느리고 저장/복원하느니 보다는 필름을 재입력하는 편이 손쉽다는 의견을 보이고 있으므로 보다 저장/복원이 빠른 Removable Hard Disk등과 같은 장치가 오히려 실용적일 것으로 생각된다.
- 5) 전화선이 데이터전송만이 아니라 의견을 주고 받을 수도 있기를 원한다. 기존의 공중전화선을 이용하여 모뎀으로 전송할 때는 이러한 기능이 불가능하므로 여분의 전화기를 설치하든지 다른 전송방법을 도입하여야 할 것이다.
- 6) 영상진단외의 다른 검사결과 주 혈액, 화학검사등도 전송할 수 있도록 하였는데 이는 사용하지 않는 것으로 나타났고 원격의료영상진단장치의 기능에서 벗어나는 불필요한 기능이었음을 알 수 있었다.
- 7) 판독결과를 키보드로 입력하는 것이 일반의사들에게는 익숙치 않으므로 판독결과를 입력하거나 보건의료원에서 영상 및 기타 데이터를 입력할 경우 키보드를 최소화하는 것이 중요한 문제임을 알 수 있었다.
- 8) 데이터가 깨지거나 하는 오류를 방지하기위해 항상 백업 및 시스템 성능과 고장여부를 자동진단할 수 있는 기능이 필요함을 알 수 있었다.
- 9) PC에 어느정도 친숙한 사용자가 함부로 시스템을 건드리지 못하도록 시스템의 Protect문제를 잘 고려해야 한다.
- 10) 각 병원, 각 보건의료원의 양식에 맞춰서 시스템을 설계하는 것이 중요하며 현재로서는 어떤 표준화를 이루어 나가는 것이 필요하겠지만 표준화가 확실하지 않을때는 사용자 측 요구를 충분히 들어서 보완할 수 있도록 Software가 유기적인 것이 필요하다.

5. 결 론

6개월간의 시범운영결과 알 수 있었던 것은 원격의료영상진단장치의 개발에 있어서 무엇보다 중요한 요점은 다양하고 화려한 기능에 있지 않다는 점이다. 시스템의 목적이 빠르고 신속한 진단을 요하는 만큼 빠르고 신속한 전송기법 그리고 진단에 무리가 없도록 원본과 거의 차이없는 영상의 질이 우선 되어야 한다. 이를 위해 영상입력, 출력이 사용자에 매우 간편하여야 하며 전송이 쉽고 빠른 것이 중요한 것을 알 수 있었다. 또한 시스템의 설계시 직접 사용자의 요구를 듣고 사용자 측의 환경이 고려되어야 함을 알 수 있었다. 시범운영결과 하루 평균 10명 정도의 환자에게 보건의료원에서 대학병원 방사선과 전문의의 진료를 받는 혜택을 제공할 수 있었으며 이는 곧 대도시 종합병원의 집중을 막고 지역 의료서비스 체계의 향상을 가져오리라는 기대를 갖게 한다. 고찰된 몇 가지 문제점의 개선이 이루어지고 시스템의 하드웨어의 국산화, 그리고 정부와 의료계의 협조가 잘 이루어진다면 보다 많은 지역에 의료서비스의 향상을 기대할 수 있으리라 기대한다.

6. 참 고 문 헌

- [1] "Teleradiology : An Assessment", Solomon Batnitzky, Stanton J. Rosenthal, etc., Radiology 1990; 177; 11-17
- [2] "ISDN : Early Experiments as a wide-area Extension to LAN Based PACS", g. James, etc. SPIE Vol. 1234 Medical Imaging IV : PACS System Design and Evaluation (1990) , p140-146